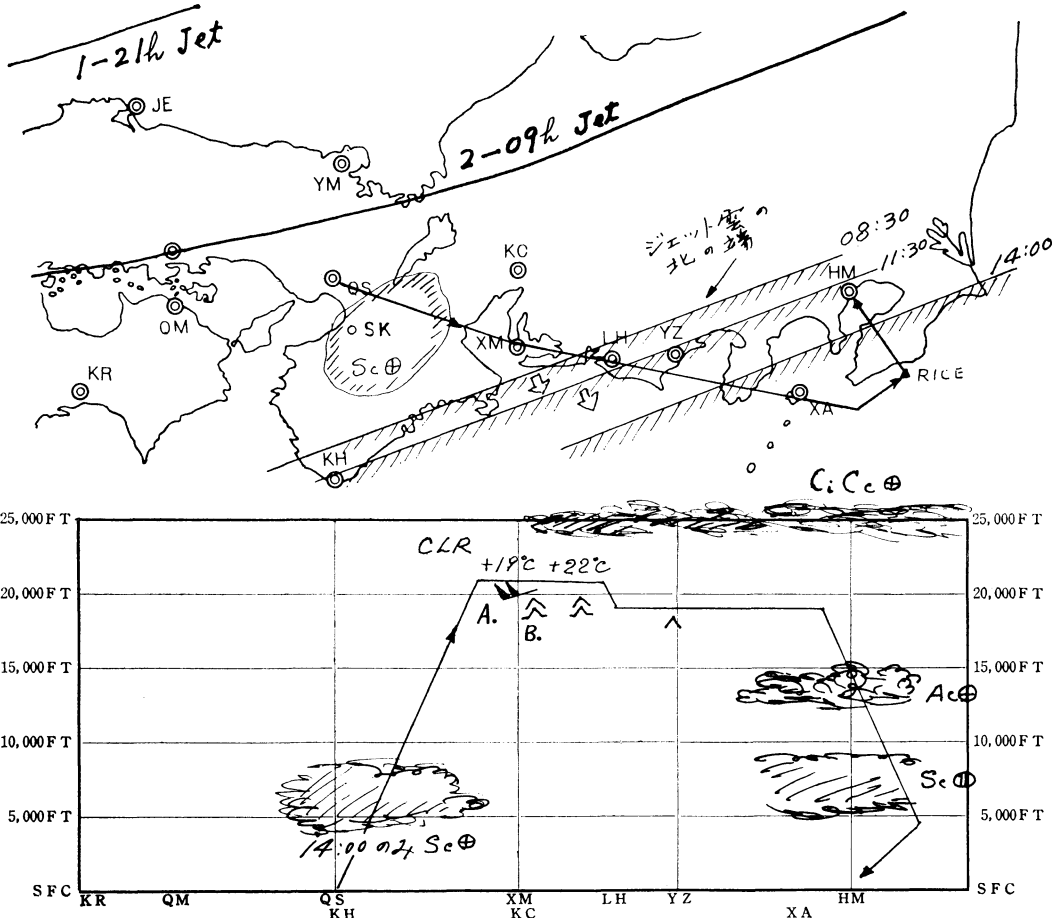


ボーイング 727 より撮影したジェット雲*

石 崎 秀 夫**

昭和 41 年 11 月 2 日 午前 8 時より午後 2 時過ぎの間大阪、東京間をボーイング 727 機で 2 往復した (第 1 図参照)。この飛行中東海地方上空においてジェット雲を観測撮影したが、その内興味のあるものを誌上を借りて発

ジェット気流は潮岬上空から東京南方上空を通っているものと考え、また 2 日 03 時の高層風観測から潮岬、館野の風を知り、コースに近い空間ではかなり低い高度 (2,000 ft) までジェット気流の影響があることを予想して出発



第 1 図 大阪空港より東京空港へのコース (航跡図) と雲の分布図

表する。

第 1 図の出発前に 1 日 21 時の 300 mb の高層図から

した。2 日 09 時の各地の上層風は次の通りである。

* Jet Cloud photographed by Boeing 727

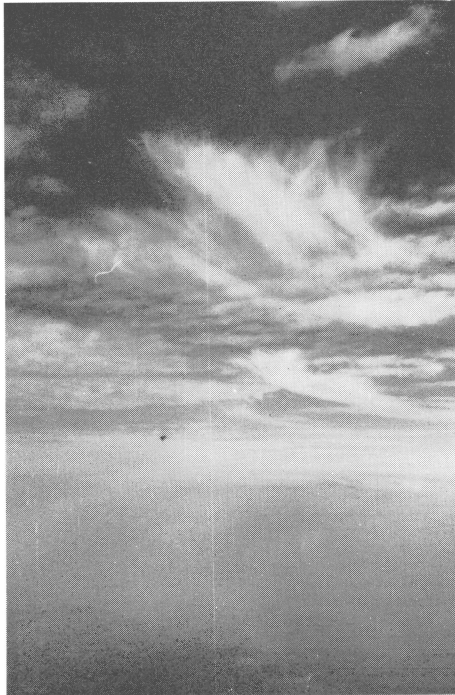
** H. Ishizaki 全日空ボーイング先任機長

—1967年 1 月 7 日受理 1967年 2 月 5 日改稿受理

	10,000 ft	15,000	20,000	24,000
館野	270 20ノット	260 45	250 70	260 50
潮岬	290 19	260 30	260 75	260 105
米子	310 25	290 35	260 40	260 35



第2図 1966年11月2日8時35分 河和(知多半島尖端)高度 21,000 ft



第3図 同日8時50分大島付近
上掲ジェット雲の下方を飛行中

08 h 15 m/20 m 大阪を出発し上昇(21,000 ft まで)に入った。快晴であったが、上昇中紀伊半島南方から東海道上空に Ci の層が拡がっているのを観測できた。15,000 ft で 50 kts 以上の SSW の上層風があったが上昇中は全くタービュレンスなく、鈴鹿上空で 21,000 ft に達し、水平飛行にうつった。0.82 Mach (計器指示速で 375 kts) での指示外気温は +19°C (-15°C が真外気温) であった。東南方に拡がる Ci 層は雲底 24,000~25,000 ft と推定された。この Ci 層の北西の縁辺は全く一直線でその走向は (240°~250°) → (060°~070°) であった。又この線を境にして南東は Ci、北西は晴天であった。この縁辺は飛行機のコースとは河和~浜松間で交っているように観察された。

08 h 35 m 河和上空で Ci 層の端に近づいた(10哩位)のでタービュレンスを予想して減速すべくエンジンの出力を絞った(A点)。その直後同じ速度(0.82 M)で、気温は 3°C 昇り +21°C を示した(この変化は約5秒間位の間に現われた)。

エンジンの出力を減じたがその効果がまだ余り出ず 20~30 kts しか減速しないうちに弱~中のタービュレンスに遭遇した(B点)。その空域は Ci 層の端の真下より 5~8 哩手前であった。(第2図参照)

その後 280 kts (計器指示速度)まで減速して飛行したが Ci の下方で弱いタービュレンスが続いたので、航空交通管制本部に対し 19,000 ft の巡航高度に降下することを要求して、浜松上空でこの高度に降下した。それからはタービュレンスはほとんどなかった。

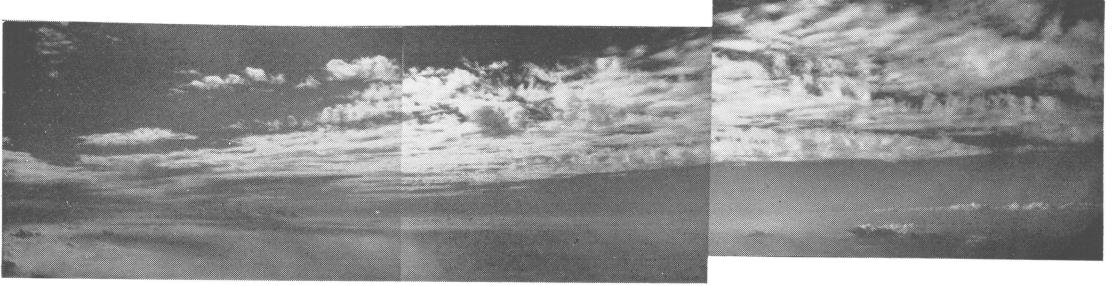
写真第3図は大島上空で Jet Ci 中に現われていた尾流雲であり、写真第4図は午後の東京→大阪便で前記の Jet Ci が南下したものを伊豆付近で近接撮影したものである。第5図はその南西端の更に近接撮影である。共に複雑な構造を示し、気流の乱れの著しいことが伺知されるであろう。

「300 mb の温度場を見ると Interserection (tropopause) が北方から日本付近に下って来ている時期、また polar Jet が sub Jet の下にもぐりこんで、合流している個所の真下に当たっている。(第6図参照)

西から深い trough が接近して、(第7図 500 mb 高層図参照、300 mb 図にもこの谷は顕著である。) polar front らしい逆転層を横切ったのではないかと、かなりの turbulence に遭遇する可能性は大きかった。」

気象庁の坂口、光野両予報官はこのように解析された。なおこのジェット雲の観測結果で、その成因を解析するため重要と考えられる事項は、

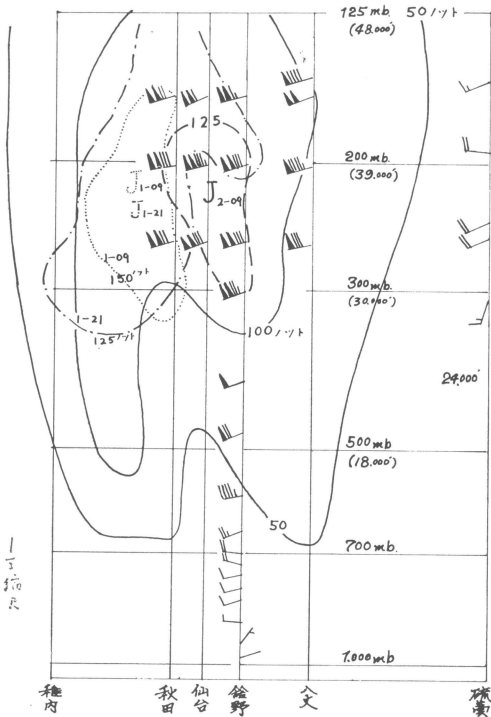
- a) ジェット軸が WSW-ENE に走っている。ジェット雲の北限ははっきりと限られ、ジェット軸と北限との間隔はおおよそ 100 Km と推定され、ジェット雲の層とジェット軸とはほぼ平行に走っている。(第



第4図 同日13時53分伊豆上空 16,000 ft より南～南西方面を見る

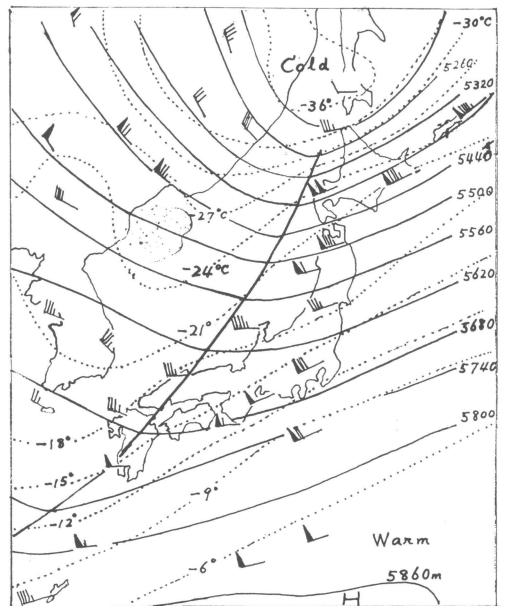


第5図 同日13時55分駿河湾上空 16,000 ft より南西を見る



第6図 1966年11月2日9時 140°E の断面図 (気象庁原図)

- 1 図航跡図)
- b) 河和上空で08 h 35 m に Ci, Cc 層に近づいた時、3°Cの気温上昇があった。
 - c) ジェット雲層はほぼ SE 方向に35~40 km/hr で移動していた。(第1図)
 - d) ジェット雲層は上下に重なりあった2層あり、上層は波状構造を有し、波の走向はジェット雲層の長軸とやや角度をもってきれあっている。下層の雲は diffuse した縁辺部をもち、やや写真の左側に向けて巻いた形をしている。(第4図)
 - e) Ci の fallstreaks が右へ傾いている。(第3図)
 - f) Ci, Cc 層の雲底は 25,000 ft (8300 m) と推定された。



第7図 1966年11月2日9時 (09 I) 500 mb 高層天気図

以上の事実は Conover (Jour. Met. AMS. 1960 pp. 532~546) がのべた, ジェット絹雲の成因を裏付ける. Conover は, ジェット軸が SW-NE に向きを変える点で, その暖域側にジェット雲が発生し, これは水平に配列した vortices が存在し air flow が helical 運動している場合にできると解析している.

このジェット雲はジェット軸が黄海上空で WSW-ENE に変針し, その南側(暖域側)に, ジェット軸から約 100 km はなれた層に発生していて, 高度は 8000 m 以上であった. 八丈島の 300 mb の高さは 9500 m 付近にあるから, 9000 m~8000 m の層に発生をおこす機構が存在していたと推定される. この層は鉛直風シャワーが大きく, vortices ができていたと思われ, 第 4 図の左側に点在している雲片が左に巻いた形をして渦が存在していることを暗示していることから vortices があると考えられる.

また, 上にある波状構造の雲層は Conover がのべているように雲層の走向とやや角度をなして, vortices の配列した走向がきれあっている事実を示している. この雲の発生機構の渦が SE 方向に移動していて, 雲層が次第に南東へ動いていたのであろう. この進行方向が, 波状構造の走向と一致していたのではないかと思われる.

300 mb 層の気温は -30°C から -35°C で, この気温では水蒸気は過冷却水滴となる可能性が大きい⁽¹⁾. また -35°C で 200 m 上昇したとすると, 凝結する水は 0.45 g/m^3 程度で, 半径を 12μ と仮定するとその concen-

tration は $7/\text{cm}^3$ ぐらいとなり⁽²⁾, かなり濃密な雲ができることになる.

観測した雲層が Ci, Cc であった事実は上述の裏付けとなる. 第 2 図で示した fallstreaks は Cc の過冷却水滴が氷晶におきかわっている事実を示し, また fallstreaks が右へ傾むいていて, 鉛直風シャワーがあることも示している.

Conover はジェット軸とジェット雲との相対位置を分類して, このジェット雲については圏界面から地上に達する前線もしくは気温の不連続が存在し, ジェット軸を wrap around しているとのべている. この日は寒冷前線が 00Z では, 八丈島の南に WSW-ENE に走っていて, 河和上空で 3°C の気温上昇が観測されていることが, Conover がのべた気温の不連続面を横切ったものと推定できるので, Conover の分類の Ib 型ジェット雲に相当するものとしてよいであろう.

潜熱の放出によつて周囲の空気が暖められ, convective cell になって上昇し, 新たな過冷却水滴からなる shreds が発生する事実が Ludlam⁽²⁾ によって指摘されているが, 第 3, 4, 5 図には丸いこぶ状の雲片が雲層の上部に見られ, convective cell ができていることを暗示しているのは興味ある事実である.

タービュレンスが 21,000 ft でかなり顕著であり, 19,000 ft ではほとんど存在していなかったことは, ジェット雲の観測によってパイロットがタービュレンスを避け得る可能性を示している.

なお, 東京航空気象台の中山章枝官の御協力を得たことを厚く御礼申し上げます.

(1) E. K. Bigg, Q. J. Vol. 79 1953 p. 510

(2) F. H Ludlam, Q. J. Vol. 82 1956 p. 357

日本気象学会秋季大会シンポジウム

主題: 集中豪雨

コンピナー: 大谷和夫(気象庁測候)

座長: 松本誠一(気研予報)

話題提供:

- (1) 二宮洸三(気研予報): 中規模現象としての豪雨
- (2) 駒林 誠(名大理): 集中豪雨の雲物理学的考察
- (8) 門脇俊一郎(東管): レーダーからみた豪雨
- (4) 河村 武(東管): 気候学的にみた豪雨と地形

本年度秋季大会のシンポジウムは, 上記を予定しています. 詳細は次号に掲載します. (講演企画委員会)